

A cukorrépa K- és Na-felvételének kapcsolata a technológiai minőséggel

Bevezetés

A kálium a magasabb rendű növények, így a cukorrépa számára is életfontosságú tápelem. Ezzel szemben a nátrium esszenciális szerepéről még manapság is megoszlanak a vélemények, annak ellenére, hogy egyes növények nagy mennyiségben veszik fel és halmozzák fel szervezetükben. Újabb vizsgálatok szerint egyértékű kationként a nátrium egyes élettani folyamatokban részben helyettesítheti a káliumot.

A kálium és nátrium hatása a cukorrépa ipari feldolgozása során már jól ismert. Mind a kálium, mind a nátrium melaszképző anyag, mivel erősen növeli a szacharóz oldhatóságát. A cukorgyártás technológiájában betöltött hasonló szerepük magyarázza, hogy e két elem együtt kerül ismertetésre.

A cukorrépa K- és Na-koncentrációja

A cukorrépa K-koncentrációja az intenzív szárazanyag-felhalmozás ideje alatt fokozatosan csökken. A K-koncentráció hígulása a levélzetben kisebb mértékben jelentkezik, mint a gyökérben (LOPATNIK & RUCKA, 1968; MAKAROV & FEDOROV, 1981; DRAYCOTT, 1972).

LÜDECKE és NITZSCHE (1957) Németországban különböző típusú cukorrépafajták vizsgálata során azt tapasztalta, hogy a K-koncentráció 5 vizsgálati év átlagában a levélben 4,92 %-ról novemberre 3,5 %-ra csökkent. Ezzel egyidőben a gyökérben 3,5 %-ról 0,66 %-ra változott. Hasonló eredményekről számol be BEISS és WINNER (1975), akik 13 éves göttingeni kísérletsorozatban vizsgálták a répa tápelemfelvételét. Eredményeik szerint a 13 év átlagában a cukorrépalevél június eleji K-koncentrációja 5,17 %-ról novemberre 3,20 %-ra csökkent. Ezen időszak alatt a gyökérben 3,0 %-ról 0,6 %-ra csökkent.

MIKLOVIC és KOVACOVA (1993) szlovákiai vizsgálataiban a tápelemek közül a kálium koncentrációja volt a legnagyobb a répában. Az évjáráttól függően azonban nagy ingadozásokat mutatott. A cukorrépalevél K-koncentrációja május elején 2,7 és 9 % között változott. 16 év átlagában a tenyészidő során a levélben és a gyökérben egyaránt csökkent. A csökkenés a gyökérben nagyobb mértékű volt.

Hazai viszonyok között IZSÁKI (1988) vizsgálatai szerint Szarvason 1978 és 1980 között – három év átlagában – júniustól októberig a levélben 3,48 %-ról 2,36 %-ra, a gyökérben 2,01 %-ról 1,00 %-ra esett vissza a K-koncentráció.

Míg a cukorrépa K-koncentrációjának vizsgálati eredményei a különböző irodalmi forrásokban nagyon hasonlóak, addig a Na-koncentráció nem mutat ilyen egységes

képet. Általánosságban elmondható, hogy a Ny-Európában végzett kísérletekben a nátrium koncentrációja mind a levélben, mind a gyökérben a tenyészidő előrehaladtával a betakarításig csökken (DRAYCOTT & FARLEY, 1971). Ez a tendencia nem jelentkezik egyértelműen az arid és szemi-arid területeken végzett vizsgálatokban.

LÜDECKE és NITZSCHE (1957) németországi kísérleteiben a Na-koncentráció a levélben átlagosan 3,41 %-ról 0,89 %-ra, a gyökérben 0,89 %-ról 0,05 %-ra változott. BEISS és WINNER (1975) 13 éves göttingeni kísérleteiben hasonló eredményekről számolnak be. A levélben 2,26 %-ról átlagosan 1,18 %-ra, a gyökérben 0,47%-ról 0,05%-ra csökkent a Na-koncentráció.

Ezzel szemben IZSÁKI (1988) gyengén szolonyeces réti talajon, Szarvason végzett kísérleteiben 1978 és 1980 között a levélben a Na-koncentráció 4,23-ról 5,61 %-ra történő növekedését tapasztalta. Az 1982 és 1984 közötti kísérletben pedig 5,66 %-ról 7,05 %-ra növekedett a levél Na-koncentrációja. A gyökér Na-tartalmának csökkenése sem volt olyan nagy mértékű. Betakarításkor a gyökér Na-tartalma átlagosan 0,4 % volt, ami nyolcszorosa a német eredményeknek.

KULCSÁR (1999) két különböző termőhelyen követte nyomon a Na-koncentráció változását a tenyészidő során. Eredményei szerint a termőhely alapvetően befolyásolta a cukorrépa Na-koncentrációját. Azt tapasztalta, hogy a Sopronhorpácson termett répa Na-tartalma a ny-európai értékekhez, míg a Mezőhegyesen termett répa a mediterrán területeken mérhető Na-koncentrációkhoz áll közel.

A különböző korú levelek K- és Na-koncentrációját IZSÁKI (1988) vizsgálta. Eredményei szerint a nátrium koncentrációja az idősebb levelekben, a kálium koncentrációja a fiatalabb levelekben nagyobb (1. táblázat).

A levélanalízisre alapuló *ellátottsági határértékek* a kálium esetében nyújtanak hasznos információkat (2. táblázat). HALE és munkatársai (1946) szerint, ha a levéllemez K-koncentrációja 0,6 % alá csökken akkor a cukorrépa hiánytünetekkel reagál. Ugyanerről számol be HILLS és ULRICH (1976) is. BROWN és munkatársai (1968) szerves talajokon 0,6 %-ban, agyagos vályogtalajon 1,8 %-ban határozta meg a cukorrépa levelek kritikus K-koncentrációját.

Nátrium esetében a megadott határértékek legtöbbször ellentmondásosak. HALE és munkatársai (1946) a levélben a 0,69 % Na-koncentrációt tekintik a kielégítő ellátottság alsó határának. ULRICH és munkatársai (1959 in: BERGMANN & NEUBERT, 1976) pedig olyan tág intervallumot adnak meg, ami gyakorlatilag nem használható (0,02–3,7 %). IZSÁKI (1988) Szarvason kapott eredményei pedig a magas értékek miatt nem általánosíthatók (3,0–7,0 %).

1. táblázat

A cukorrépa levél K- és Na-tartalmának alakulása levél-elhelyezkedési zónánként, a szárazanyag %-ában (IZSÁKI, 1988)
(Növényfejllettség: 14–16 levél)

| Levél-elhelyezkedési zónák | K-tartalom, % | Na-tartalom, % |
|----------------------------|---------------|----------------|
| Külső elhaló levelek | 5,46 | 7,29 |
| Külső zöld levelek | 3,87 | 6,86 |
| Középső kifejllett levelek | 3,64 | 5,48 |
| Belső szívlevelek | 4,36 | 3,05 |
| SzD _{5%} | 0,71 | 1,10 |

2. táblázat

A cukorrépa K-ellátottságának határértékei a levéllemez K-tartalma alapján (%)

| Forrás | Alacsony | Kielégítő | Magas |
|--------------------------|---------------|-----------|-------|
| | K-ellátottság | | |
| BERGMANN & NEUBERT, 1976 | 0,5–2,0 | 2,0–6,0 | > 6,0 |
| IZSÁKI, 1988 | > 3,0 | 3,0–5,0 | > 5,0 |
| KÁDÁR, 1992 | 2,0–4,0 | 4,0–5,0 | > 5,0 |

Ha a nátrium a káliumot egyes funkciójában helyettesíteni tudja, akkor a növény K-ellátottságának mértéke csak a kálium és a nátrium együttes mennyiségének ismeretében ítéltető meg (BUZÁS, 1978a). ULRICH és HILLS (1952) szerint, ha a levél-nyelek Na-koncentrációja meghaladja az 1,5 %-ot, akkor a növény zavartalan fejlődéséhez a levél-nyeleknek legalább 1 % káliumot kell tartalmaznia. Ha a Na-tartalom kevesebb, mint 1,5 %, akkor legalább 2,0 % K-koncentráció kívánatos.

A cukorrépa K- és Na-felvételének dinamikája

BEISS (1982) eredményei szerint a cukorrépa K-felvétele az intenzív növekedési periódusban (június közepétől július végéig) a legdinamikusabb. Ebben az időszakban a cukorrépa napi K-felvétele eléri a 12,5 kg/ha értéket (CHABANNES, 1971). Ennek az intenzív K-felvételnek köszönhető, hogy június végére a felvett összes kálium mennyiségének 40 %-át, július végére már 75 %-át veszi fel a cukorrépa. A K-felvétel maximumát szeptember közepén éri el. Ezt követően – a külső levelek leszáradása miatt – a K-felvétel a tenyészidő végéig csökken. Betakarításkor a cukorrépa által felvett összes káliumnak átlagosan csak 85 %-a marad a növényben (DURRANT & DRAYCOTT, 1971). Hasonló eredményekről számol be LOPATNIK és RUCKA (1968), KACHANI (1970), valamint LÜDECKE és NITZSCHE (1957) is.

IZSÁKI (1988) szarvasi kísérleteiben a június második felétől július végéig terjedő időszakban a répa a K-szükségletének 50–60 %-át vette fel.

A tápelemek közül a cukorrépa a nátriumot veszi fel a legdinamikusabban. Június végére az összes Na-igényének 60–80 %-át, július végére már 90–95 %-át halmozza fel. Augusztus végétől a növénybe épült nátrium mennyisége jelentősen csökken és betakarításkor a maximális értéknek csak mintegy 50–70 %-a található a répában (BRAUNSCHWEIG, 1976; IZSÁKI, 1988; LÜDECKE & NITZSCHE, 1957). KULCSÁR (2000) vizsgálatai szerint a termőhely jelentősen befolyásolta a Na-felvételt. Sopronhorpácson az intenzív felvételi időszakban a napi Na-felvétel 1,14–1,64 kg/ha volt, ezzel szemben Mezőhegyesen 4,5–6,1 kg/ha értéket ért el. A Na-felvétel maximumát augusztus közepén érte el. A hektáronkénti maximális Na-felvétel Sopronhorpácson 87 kg, Mezőhegyesen 266 kg volt.

A felvett nátrium túlnyomó része, mintegy 90 %-a a levélben halmozódik fel (DRAYCOTT, 1972; LÜDECKE & NITZSCHE, 1957; KULCSÁR, 2000).

A répa által kivont K- és Na-mennyisége termőhelyenként és évjáratonként nagy különbségeket mutat. A 10 t répatermésre vonatkoztatott fajlagos K- és Na-felvétel szintén tág határok között mozog (3. táblázat). BEISS (1978) szerint a cukorrépa fajlagos tápanyagfelvételét a termés mennyisége és a répa:levél arány nagymértékben befolyásolja.

3. táblázat
A cukorrépa fajlagos K- és Na-felvétele különböző szerzők szerint

| Forrás | Fajlagos K-felvétel | Fajlagos Na-felvétel |
|------------------------|---|----------------------|
| | kg/10 t répatermés a hozzá tartozó leveles répafejjel | |
| BEISS, 1978 | 46–71 | 13–21 |
| IZSÁKI, 1988 | 62,6 | 51,5 |
| KÁDÁR, 1992 | 31–89 | - |
| BAIEROVA & BAIER, 1993 | 56,8–63,7 | 12,6 |

A legtöbb szerző szerint 50 t répatermés eléréséhez a cukorrépa 100 kg körüli Na_2O - és 300 kg körüli K_2O -hatóanyagot igényel hektáronként (BAIER, 1967; BEISS, 1982; BUZÁS, 1978b; DRAYCOTT, 1972; IZSÁKI, 1988; JOURDAN et al. 1992; LOPATNIK & RUCKA, 1968; LOUÉ, 1983; POPOVIC, 1978).

A kálium növényélettani funkciói

A kálium a magasabb rendű növények számára esszenciális tápanyag, ezért a cukorrépa kielégítő fejlődéséhez a megfelelő K-ellátás elengedhetetlen feltétel. Más makrotápelemtől (N, P, O, C) eltérően a kálium nem vesz részt a szerves molekulák felépítésében. Egyértékű kationként nem specifikusan a sejtek ozmotikus regulációjában, specifikusan több, mint 60 enzim aktivátoraként játszik szerepet (BERGMANN, 1983 in: LOCH et al., 1993). A K^+ -ionok a biológiai membránokon többnyire aktív transzport formájában, szelektív hordozómolekulák segítségével a koncentráció gradiens ellenében is könnyen átjutnak (PRESSMANN, 1976). E nagyfokú mobilitás teszi lehetővé, hogy a kálium olyan alapvető élettani folyamatokban vesz részt, mint a merisztématikus növekedés, a növény vízháztartásának szabályozása, a fotoszintézis, a fotoszintézis termékeinek hosszú távú szállítása, és az asszimilátumok raktározó sejtekben történő tárolása (MENGEL & KIRKBY, 1987).

A cukorrépatermesztés szempontjából kiemelten kell foglalkozni a szénhidrátok szintézisével, transzportjával és raktározásával kapcsolatos kérdésekkel.

Számos vizsgálat eredménye mutatja, hogy a kálium elősegíti a fotoszintézis termékeinek eloszlását a növényben. Magasabb K-ellátottsági szinten növekszik a nettó C-asszimilációs ráta, a floém-feltöltődés, az asszimilátumok szállítása a rostacsövekben, valamint a raktározó szövetbe irányuló floém kiürülés.

FARLEY és DRAYCOTT (1974), valamint ILJASHUK és OKANENKO (1970) vizsgálatai szerint a káliummal trágyázott cukorrépa növényben növekedett a C-asszimilációs ráta és a fixált C nagyobb hányada szállítódott a raktározó gyökérbe.

PEOPLES és KOCH (1979) a káliumnak a CO_2 -asszimilációra gyakorolt pozitív hatásáról számol be. Vizsgálataik szerint a kálium hatása nem közvetlenül a fotorendszerek működésére irányul, hanem a C_3 -típusú növényekben a CO_2 megkötéséért felelős ribulóz 1,5-bifoszfát-karboxiláz (Rubisco) enzim *de novo* szintéziséén keresztül valósul meg. DEMMING és GIMMLER (1983) kísérleti eredményei azt mutatták, hogy a K^+ a Rubisco-enzim működését is stimulálja. Azt is megfigyelték, hogy izolált kloroplasztizok fényben jelentős mennyiségű K^+ -ot vettek fel. A külső közeg magasabb (100 mM) K-koncentrációja mellett a CO_2 -asszimilációs ráta közel kétszer nagyobb volt, mint az alacsonyabb (10 mM) K-koncentráció esetén.

WELLER és HÖFNER (1974) szerint a K^+ növeli a fotoszintetikus O_2 -produkción. Ez a megfigyelés alátámasztja azt a nézetet, miszerint a K^+ közvetlenül befolyásolja a elektrontranszportot a fotoszintetikus e-szállítóláncban.

A fotoszintézis első terméke a kloroplasztiszból képződő 3 szénatomos foszfoglicerinsav (PGS), amely a szacharózsintézis kiinduló vegyülete. A szacharózsintézis enzimeit azonban nem a kloroplasztiszból, hanem a fotoszintetizáló sejtek citoplazmájában lokalizálták (BECK & ZIEGLER, 1989 in: SZALAI, 1994). A kloroplasztiszból a PGS-nek előbb a kloroplasztisz membránján keresztül ki kell jutni a szacharózsintézis helyére. A cukorrépa mezofillum sejtek citoplazmájában képződő szacharóz a képződés helyétől azután floém transzporttal jut el a gyökérben található raktározó sejtekbe.

DOMÁN és GEIGER (1979) a kálium lehetséges szabályzó szerepéről számol be a floém feltöltődés során. MALEK és BAKER (1977) feltételezi, hogy a K^+ közvetlenül részt vesz a floém feltöltődés folyamatában.

A szacharóz rostacsövekben történő transzportjának elektro-ozmotikus elmélete szerint a szacharóz szállítását a rostalemezekeken keresztül vándorló K^+ -ok elektromos tere biztosítja (SPANNER & JONES, 1970 in: SZALAI, 1994).

A floém körülélése a cukorrépa réptestjében apoplastikus úton valósul meg. Ilyen esetben a szacharóznak több membránon is át kell haladnia, míg a raktározó sejt vakuolumába jut. SAFTNER és WYSE (1980) megállapították, hogy a növekvő K-ellátottság elősegíti a szacharóznak a floémból a raktározó sejtekbe történő kiürülését.

Ennek a raktározott szacharóznak a kinyerése valósul meg a cukorrépa ipari feldolgozása során.

A kálium helyettesíthetősége nátriummal

A kálium nátriummal történő helyettesítésének lehetősége egyes élettani folyamatokban még jelenleg sem kellően tisztázott kérdés. A helyettesítés specifikus folyamatokban kevésbé jöhet szóba. A sejt ozmotikus potenciáljának kialakításában azonban a nátrium is szerepet játszik (MENGEL & KIRKBY, 1987). Ez az igen fontos élettani folyamat a sótűrő növények vízháztartásának szabályozását biztosítja. Ezt támasztják alá MILFORD és munkatársai (1977) eredményei is, miszerint a nátriummal kezelt cukorrépa növények jobban elviselték a vízhiányos körülményeket.

A kálium és nátrium hatása a cukorgyártás folyamatára

A cukorgyártás szempontjából a répában található minden olyan anyag káros, amely nehezíti a cukor kinyerhetőségét. A répaszelet extrakciója során a szacharózon kívül más oldható anyagok is a nyerslébe kerülnek. Ezeket összefoglaló néven oldható nemcukor anyagoknak nevezzük. A nemcukor anyagok közül az oldott hamu kationjai a legfontosabb melaszképzők (4. táblázat). E tekintetben a kálium és a nátrium hasonlóan viselkedik.

Az alkálifémek káros tulajdonságaira már DEDEK (1927) felhívta a figyelmet, aki vizsgálatai során arra a következtetésre jutott, hogy az alkálifémeknek egy mmol-nyi mennyisége kb. 1 mmol (0,342 g) szacharózt tart a melaszban. Ezeket az eredményeket később WIKLUND (1943) is megerősítette. Ezt felismerve több kutató is javaslatot tett a melaszban maradó cukor várható mennyiségének kiszámítására.

4. táblázat

A cukorrépa oldható hamujának összetétele (VUKOV & HANGYÁL, 1983)

| Alkotórész | Mennyiség a hamu % -ában | Alkotórész | Mennyiség a hamu % -ában |
|-------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| K ₂ O | 22–60 | Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ | 1–5 |
| Na ₂ O | 2–18 | P ₂ O ₅ | 2–20 |
| CaO | 2–17 | Cl | 1–12 |
| MgO | 5–15 | SiO ₂ | 0–2 |

DRACHOVSKA és SANDERA (1955) Csehországban a melaszcsukor (MC %) kiszámításakor a répa hamutartalmából indulnak ki (A %):

$$MC = 4A$$

A várható melaszcsukor-tartalom számítására a répa konduktometrikus hamutartalmát (H %) felhasználva hazánkban VUKOV és MAGYARNÉ (1952) alkotott képletet:

$$MC = 4,25H.$$

Később ezt VUKOV és BÁRÁNYNÉ (1963) az alábbiak szerint módosította:

$$MC = 1,61H + 1,35.$$

A cukorgyári laboratóriumokban korábban a K- és Na-tartalom helyett csak a konduktometrikus hamutartalmat mérték. Később elterjedtek a VENEMA berendezések és lángfotometriás módszerrel külön-külön határozták meg a répa K- és Na-tartalmát.

KRIEGER (1977) hazai vizsgálataiban azt találta, hogy a várható melaszcsukor nagyobb regressziós koeficienssel kapcsolódik a Na-tartalomhoz, mint a K-tartalomhoz.

$$CM = 0,093K + 0,226Na + 1,78$$

ahol: CM = a várható melaszcsukor % répára vonatkoztatva, K, Na = a répa K- és Na-tartalma (mmol/100 g répa).

A melaszcsukor mennyiségének becslésére szolgáló képletek legtöbbje azonban a répa K- és Na-tartalmán kívül más melaszképző anyag koncentrációját is figyelembe veszi (BRUHOVÁ et al., 1995; POLLACH et al., 1996). Ez legtöbbször az α -amino-N, ritkábban a glükóz (DEVILLERS, 1988) vagy az invertcukor (AKYAR et al., 1980).

A melaszképző nemcukrok mennyisége mellett a cukorrépa minőségének másik fontos kritériuma az ionösszetétel. A kationok és anionok egymáshoz viszonyított aránya határozza meg a cukorgyári levek alkalitását. Az alkalitás jelentőségét az adja, hogy ha a sűrűlé pH-ja 8,6 alá csökken, úgy felgyorsul a cukorbomlás és a színező anyagok képződése (POLLACH et al., 1996).

A természetes alkalitás kialakításában résztvevő anyagokat alkalitáscsökkentő és -növelő anyagokra oszthatjuk. A legfontosabb alkalitáscsökkentő anyagok az egyértékű alkálifémek kationjai (K⁺ és Na⁺). Alkalitáscsökkentők az oldható mészsót adó gyenge savak, aminosavak, és azok az anyagok, amelyekből a létisztítás során ilyenek keletkeznek (aszparagin, glutamin, invertcukor). Ha a természetes alkalitás nem elegendő, akkor a hiányzó alkáliák pótlásáról kell gondoskodni. Erre a célra legtöbbször szódát (Na₂CO₃) vagy nátronlúgot (NaOH) alkalmaznak (VIGH, 1982). A levekhez adott nátrium azonban melaszképzőként viselkedik és károsan befolyásolja a cukor kristályo-

sodását. Ezért az alkalitástartalék ismerete igen fontos, és előrejelzésére már számos összefüggést vezettek le (POLLACH et al., 1996).

WIENINGER és KUBANDINOV (1971) azt tapasztalta, hogy a kálium, a nátrium és az α -amino-N egymáshoz viszonyított aránya jó korrelációban van a sűrűlé aktív alkalisásával, amit az alkalitási koefficienssel (AK) jellemeznek:

$$AK = \frac{(K + Na)}{\alpha - a_{min} o - N}$$

ahol: K, Na, α -amino-N a répa K-, Na- és α -amino-N-tartalmát jelenti (mmol/100 g répa). Eredményeik szerint az alkalitás koefficiens (AK) értékének 1,8-nél nagyobb-nak kell lennie, hogy a sűrűlé pH-ja ne csökkenjen 8,6 alá.

VAN GEJIN és munkatársai (1983) az alkalitás hiányát a megnövekedett α -amino-N-tartalomra vezette vissza. Újabban SCHWECK és BURBA (1993) a sűrűlé és a répa ionmérlege alapján a cukorrépa alkalitástartalékának számítására egy olyan képletet dolgozott ki, amely figyelembe veszi a redukáló anyagok mennyiségét. Ez az ionmérleg kifejezi azt a határt, ahol az alkalizálás már elkerülhetetlen. Amennyiben nem állnak rendelkezésre a répa redukáló anyagairól adatok, úgy a sűrűlében maradó ionmennyiséget az alábbi képlettel számítják:

$$W_{ITS} = 0,92(K + Na) - 0,57\alpha - a_{min} o - N - 4,0$$

ahol: K, Na, α -amino-N a répa K-, Na- és α -amino-N-tartalmát jelenti (mmol/100 g répa).

Az utóbbi évtizedben Nyugat-Európában az újabb fajták elterjedésével és a megváltozott agrotechnika következtében a cukorrépa beltartalma jelentősen megváltozott. A répa K-tartalmának csökkenése következtében a levek alkalitása annyira lecsökkent, hogy a cukorgyárakban sok esetben utóalkalizálás vált szükségessé. A melaszszukor mennyiségének becslésére alkalmazott korábbi képletek felülvizsgálatára kísérlet-sorozatot végeztek, amelynek eredményeképpen Németországban 1996-tól új összefüggést állítottak fel és vezettek be a melaszszukor kiszámítására (BUCHHOLZ et al., 1995; GLATTKOWSKI & THIELECKE, 1995). Az új képletben a kálium jelentősége felértékelődött.

Hazánkban a cukoripar a kinyerhető cukortartalom számítására a REINEFELD és munkatársai (1974) által kidolgozott alábbi képletet használja:

$$\begin{aligned} & \text{Kinyerhető cukortartalom \%} = \\ & = \text{Digestio \%} - (0,343(K+Na) + 0,094 \alpha\text{-amino-N} + 0,29), \end{aligned}$$

ahol K, Na, α -amino-N a répa K-, Na- és α -amino-N-tartalmát jelenti (mmol/100 g répa).

A cukorrépa K- és Na-tartalmát befolyásoló tényezők

A répatest beltartami értékei és a cukorrépa minőségi tulajdonságai között fennálló összefüggések ismeretében felmerült az igény a K- és Na-tartalmat befolyásoló tényezők vizsgálatára. A beltartalmi értékek befolyásolásával lehetővé válik a feldolgozóipar számára kedvező tulajdonságú cukorrépa termesztése.

A répa K- és Na-tartalmát befolyásoló tényezők közül a termőhely hatása, valamint a cukorrépa termesztéstechnológiájának egyes elemei kerülnek ismertetésre.

A termőhely

A termőhely fogalma alatt tágabb értelemben egy adott helyen uralkodó környezeti tényezők (talajtípus, csapadék, hőmérséklet) együttes hatását értjük. Szűkebb értelemben a termőhely fogalma a talaj azon fizikai, kémia és biológiai tulajdonságait foglalja magába, amelyek nagymértékben befolyásolják a növények fejlődését, tápelemfelvételét.

A cukorrépa a talajok nagy Na-tartalmával szemben erősen toleráns, ezért megfelelő vízellátás mellett szikesedésre hajlamos talajokon is eredményesen termesztethető. Ezeken a termőhelyeken azonban a cukorrépa Na-tartalma az átlagos érték többszörösére emelkedik (HEALD et al., 1950; KANWAR, 1969; MCCREADY et al, 1966). Ezeket az eredményeket a hazai répatermesztési gyakorlat is alátámasztja (IZSÁKI, 1988; KULCSÁR, 2000).

A répatest K- és Na-tartalma végeredményben a talajok K- és Na-szolgáltatását mutatja meg. A talaj tápanyagszolgáltató képessége természetesen számos tényezőtől függ (pl. a talaj tápelemtartalma, a felvehetőséget befolyásoló talajtulajdonságok, időjárás).

Ausztriai répavizsgálatok szerint a répa K- és Na-tartalmát a talajtípus és a fizikai talajféleség is befolyásolta (GRAF, 1972).

GLATTKOWSKI és MÄRLÄNDER (1994) 8 éves kísérletsorozat eredményeinek statisztikai feldolgozása után megállapította, hogy a cukorrépa K- és Na-tartalmát legnagyobb mértékben a termőhely határozta meg.

NOE és MANTOVANI (1996) 15 országra vonatkozóan összegyűjtötte a cukorrépa átlagos minőségi mutatóit. Megállapították, hogy lényeges különbség főleg a répa Na-tartalmában mutatkozott. A mediterrán országok répáiban a Na-tartalom akár egy nagyságrenddel is magasabb lehet, mint Nyugat- és Észak-Európa országaiban. A répa K-tartalmával kapcsolatban ilyen összefüggést nem figyeltek meg.

Fajta

A nemesítés egyik célja a magas cukortartalom mellett a melaszképzők alacsony koncentrációja. Ennek következtében a különböző fajták beltartalmi értékei jelentős különbségeket mutatnak. Mivel a K-tartalom a cukorrépa minősége szempontjából rendkívül fontos, a fajtaelállítási egyik súlypontos kérdésévé vált a répa K-tartalmának befolyásolása nemesítői munkával (OLTMANN et al., 1984).

Korábbi vizsgálatok azt mutatták, hogy különböző cukorrépa vonalakban a magas Na-tartalom negatív korrelációban állt a cukortartalommal (BROWN & WOOD, 1952; DOXTATOR & CARLTON, 1950). FINKNER és BAUSERMAN (1956) nem talált egyértelmű összefüggést a Na-koncentráció és a cukortartalom között. A cukorrépa vonalak alacsony Na-tartalomra irányuló szelekciója azonban a cukorkinyerhetőség szempontjából kívánatos.

GRAF (1972) ausztriai fajtakísérletek többéves eredményei alapján megállapította, hogy a cukorrépa beltartalma nemesítői munkával nagymértékben befolyásolható.

GLATTKOWSKI és MÄRLÄNDER (1994) németországi vizsgálataiban a fajták K-tartalmában fennálló különbségekre hívta fel a figyelmet.

A fajták különböző beltartalmi értékeit a hazai fajtakísérletek eredményei is alátámasztják. A fajták közötti különbségek azonban jóval kisebbek, mint a termőhelyek között fennálló különbségek.

Más összefüggésben kell szólni az egyes betegségekkel szemben ellenálló fajtákról. Az egyes gombás vagy vírusos fertőzések ugyanis a répa beltartalmának változását okozhatják. Ezek között is kiemelten kell foglalkozni a rizómánia vírusbetegséggel, amely a cukorrépa beltartalmát látványosan megváltoztatja. A fertőzés mértékétől függően következik be az α -amino-N-tartalom csökkenése és a K- és Na-tartalom növekedése. Fertőzött körülmények között a betegséggel szemben ellenálló fajták beltartalmi értékei jelentős eltéréseket mutatnak a fogékony fajtákhoz képest (KULCSÁR et al., 1998; RUZSÁNYI & LESZNYÁKNÉ, 1998).

Tápanyagellátás

A cukorrépa tápanyagellátása elsősorban arra irányul, hogy a termésképzéshez szükséges tápanyagok a tenyészidő során a cukorrépa igénye szerint álljanak rendelkezésre.

5. táblázat

A K-trágyázás hatása a cukorrépa levelek K-tartalmára és a répatermésre
(9 kísérlet átlaga) (LOUÉ, 1983)

| | K ₀ | K ₁₀₀ | K ₂₀₀ | K ₃₀₀ |
|----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| A levéllemez K-koncentrációja, % | 3,15 | 4,22 | 5,06 | 5,71 |
| A levélnyel K-koncentrációja, % | 2,77 | 3,85 | 4,71 | 5,38 |
| Répatermés, t/ha | 40,3 | 48,5 | 53,8 | 56,3 |

kezésre. A kiadott tápanyagok azonban jelentős hatást gyakorolnak a cukorrépa beltartalmi értékeire is (BUZÁS, 1978a). A cukorrépa K- és Na-tartalmát természetesen a K- és/vagy a Na-trágyázás befolyásolja legnagyobb mértékben, de több kísérlet igazolta a N-trágyázás ilyen irányú hatását is.

A K-trágyázás mind a levél, mind a gyökér K-tartalmára hatást gyakorol. LOUÉ (1983) franciaországi kísérletek eredményeit kiértékelve azt tapasztalta, hogy a növekvő K-adagok hatására a levéllemez és a levélnyel K-koncentrációja egyaránt növekedett (5. táblázat).

K-trágyázáskor a hamutartalmon belül a K-tartalom jelentékenyen nő, míg a Na-tartalom gyakorlatilag nem változik (HERRON et al., 1962; HETZER, 1969).

BUZÁS (1978b) kísérletében a 400 kg K₂O/ha adag megbízhatóan növelte a répatest K-tartalmát.

KÁDÁR és KISS (1986) megállapították, hogy a talaj- és nedvességviszonyoktól függően a K-trágyázás a hamualkotó elemek közül különösen a K-tartalmat növeli.

IZSÁKI (1988) a cukorrépa levél K-tartalmának jelentős növekedését tapasztalta 240 és 320 kg K₂O/ha adagok hatására. A nagyobb adagú K-ellátás hatása a répatestben is kifejezésre jutott, de lényegesen kisebb mértékben, mint a levélben.

Franciaországi trágyázási tartamkísérletben a 200 kg K₂O/ha kezelés hatására a répa K-tartalma növekedett, a Na-tartalom és az α -amino-N-tartalom viszont csökkent (LOUÉ, 1983). Hasonló eredményekről számol be ORLOVIUS (1989, 1990) is, aki Németországban négy különböző termőhelyen beállított K-trágyázási kísérletében a

6. táblázat

A K-trágyázás hatása a réptest K-tartalmára (mmol/100 g répa) különböző németországi termőhelyeken (ORLOVIUS, 1989)

| Kezelés, kg K ₂ O/ha | Köln barna erdőtalaj | Hildesheim csernozjom | Donauried barna erdőtalaj | Straubing barna erdőtalaj |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0 | 5,10 | 4,63 | 4,85 | 4,61 |
| 100 | 5,20 | 4,90 | 5,00 | 5,05 |
| 200 | 5,40 | 5,08 | 5,09 | 5,20 |
| 300 | 5,45 | 5,20 | 5,11 | 5,25 |
| 450 | 5,52 | 5,23 | 5,10 | 5,51 |
| 600 | 5,37 | 5,02 | 5,28 | 5,40 |
| SzD _{5%} | 0,26 | 0,23 | 0,25 | 0,26 |

növekvő K-adagok hatására a répa K-tartalmának szignifikáns növekedését és az α -amino-N-tartalom csökkenését tapasztalta (6. táblázat). A répa Na-tartalmát a K-trágyázás nem befolyásolta (ORLOVIUS, 1993).

Több szerző is beszámol arról, hogy a N-trágyázás hatására a répa hamualkotói közül a Na-tartalom viszonylag nagyobb mértékben növekszik, mint a K-tartalom (ASSELBERGS et al., 1960 in: VUKOV, 1977; BUZÁS, 1978b; COVARELLI, 1969; DEXTER et al, 1966; HENRY et al., 1961; SCHMEHL et al., 1962). Egyes kísérletekben a répa K-tartalmában érdemi változás nem is jelentkezett (DOXTATOR et al., 1964; HERRON et al., 1962; MÄRLÄNDER, 1990; RUZSÁNYI, 1981).

DRAYCOTT és DURRANT (1969) úgy véli, hogy a Na-trágyázás a répa hamutartalmát, és ezen belül főleg a Na-tartalmat növeli. Ezzel szemben JUDEL és KÜHN (1975) többéves kísérleteiben sem tudta kimutatni a Na-trágyázás hamutartalomra gyakorolt hatását.

Növényállomány sűrűsége

VUKOV (1977) – több európai ország eredményeit feldolgozva – megállapította, hogy a tőszám növekedésével a cukorrépa K- és Na-tartalma csökkenő tendenciát mutat. A nagyobb (100 000 feletti) hektáronkénti tőszámok tartományában a csökkenés elenyésző.

7. táblázat

A hektáronkénti tőszám hatása a cukorrépa termésére és minőségére
(36 szántóföldi kísérlet átlaga, Észak-Németország, 1980–1988)
(GLATTKOWSKI & MÄRLÄNDER, 1995)

| Állománysűrűség db/ha | Répatermés t/ha | Digestio % | K | Na | α -amino-N |
|--------------------------|--------------------|---------------|------------------|-----|-------------------|
| | | | mmol/1000 g répa | | |
| 35 000 | 50,7 | 17,4 | 56 | 5,0 | 16 |
| 50 000 | 55,5 | 17,7 | 54 | 4,5 | 15 |
| 65 000 | 56,5 | 17,8 | 53 | 4,2 | 14 |
| 80 000 | 57,9 | 18,0 | 52 | 3,9 | 13 |
| 95 000 | 58,6 | 18,1 | 51 | 3,8 | 13 |
| 110 000 | 56,2 | 18,2 | 52 | 3,8 | 14 |

Hasonló eredményeket ismertet GLATTKOWSKI és MÄRLÄNDER (1995) is, akik Észak-Németországban 1980 és 1988 között végzett kísérletek eredményeit értékelve azt tapasztalták, hogy a növekvő tőszámmal a répa K- és Na-tartalma csökkent (7. táblázat).

A répa minősége szempontjából a hektáronkénti tőszám mellett kiemelkedő jelentőséggel bír a növényállomány egyenletessége. A cukorrépatermesztés során az egyik legfontosabb feladat a térben és időben egyenletes növényállomány megteremtése.

Öntözés

VUKOV (1977) több európai öntözési kísérlet eredményeit feldolgozva arra a megállapításra jutott, hogy nem egyértelmű az öntözésnek a répa hamutartalmára gyakorolt hatása. BUZÁS és SERES (1975) hazai szántóföldi kísérleteiben kismértvű szignifikáns csökkenés jelentkezett.

Görögországban 1986 és 1988 között végzett hároméves öntözési kísérletben a növekvő vízádagokkal együtt a cukorrépa K-tartalma kismértékben, Na-tartalma kifejezetten növekedett (HUIJBREGTS et al., 1996). Ezzel szemben egy Hollandiában végzett kísérlet szerint az öntözés a K-tartalmat kis mértékben, a Na-tartalmat kifejezetten csökkentette (VAN DER BEEK & HOUTMAN, 1993).

Természetesen az öntözés hatásának megítélésekor nem szabad figyelmen kívül hagyni a talaj felvehető K- és Na-készletét és az öntözővíz sótartalmát sem.

Az öntözés során hazánkban különleges figyelmet kell fordítani az öntözővíz Na-tartalmára. Magas Na-tartalmú öntözővíz alkalmazása során nemcsak a répa Na-tartalma növekszik, hanem a talaj felső rétegébe került Na-ionok a talajszerkezetre is kedvezőtlen hatást gyakorolnak.

Betakarítás időpontja

Általános tendencia, hogy a tenyészidő előrehaladtával a tápelemek koncentrációjának hígulása következtében a répa K- és Na-tartalma csökken (BEISS & WINNER, 1975; BURKE et al., 1984; GLATTKOWSKI & MÄRLÄNDER, 1995; KÄSTNER et al., 1991). Ezzel ellentétes tendencia figyelhető meg Észak-Olaszországban, amit az éghajlati viszonyok magyaráznak (VUKOV & HANGYÁL, 1983).

KULCSÁR (2000) hazai vizsgálataiban a répa Na-tartalmának alakulásában is mutatkozott különbség a termőhelyek között. Míg Sopronhorpácson a tenyészidő végéig fokozatosan csökkent, addig Mezőhegyesen a tenyészidő végén a répa Na-tartalmának növekedése jelentkezett. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a betakarítás időpontját az adott termőhely ismeretében kell meghatározni. Elméletileg a betakarítás időpontja a répa érése során a legnagyobb cukortartalom és a melaszképző anyagok legkisebb koncentrációja mellett lenne kívánatos, azonban ezt a gyakorlatban az időjárási tényezők és a munkaszervezési szempontok sokszor nem teszik lehetővé.

Összefoglalás

A szerző ismertette a káliumnak és nátriumnak a cukorrépatermesztésben és az ipari feldolgozásban betöltött szerepét. Bemutatta a cukorrépa K- és Na-felvétele és az ipari feldolgozása között fennálló összefüggéseket. A cukorrépa K- és Na-koncentrációjának és felvételének dinamikája mellett részletesen tárgyalta a kálium élettani szerepét a szacharózsintézis, -transzport és -raktározás folyamatában. Megállapította, hogy a termelés tényezői közül a termőhely, a fajta, a tápanyagellátás, az állomány-sűrűség, az öntözés és a betakarítás időpontja jelentős hatást gyakorol a répa K- és Na-tartalmára. Ezek tudatos befolyásolásával lehetőség nyílik a feldolgozóipar számára kedvező minőségű cukorrépa termelésére.

Irodalom

- AYKAR, O. C. et al., 1980. Über die Beziehung zwischen dem bereinigten Zuckergehalt und der chemischen Zusammensetzung der Zuckerrübe. Zuckerindustrie. 105. 457–466.
- BAIER, J., 1967. Vliv stupnovaného dusíkatého hnojení za odlišných povetnostních podmínek na odber zivín a jejich využití na tvorbu vynosu u cukrovky. Rostlinná Vyroba. 13. 1257–1275.
- BAIEROVÁ, V. & BAIER, J., 1993. Odber zivín cukrovkou. Rostlinná výroba. 39. 1095–1101.
- BEEK VAN DER, M. A. & HOUTMAN, H. J., 1993. Does interaction between varieties and drought stress exist? Proc. 56th IIRB Wintercongress, Brussel. 151–169.
- BEISS, U., 1978. Nährstoffaufnahme und Nährstoffentzug der Zuckerrübe. Kali-Briefe (Büntehof) 14. 311–324.
- BEISS, U., 1982. Kalium – Hauptnährstoff und Qualitätsbestimmender Inhaltsstoff der Rübe. Die Zuckerrübe. 31. 79–83.
- BEISS, U. & WINNER, C., 1975. Ertragsbildung, Nährstoffaufnahme und Nährstoffentzug der Zuckerrübe. Zucker. 28. 461–471.
- BERGMANN, W. & NEUBERT, P., 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BRAUNSCHWEIG, L. G., 1976. Zur Magnesium- und Natriumversorgung der Zuckerrübe. Die Zuckerrübe. 25. 17–18.
- BROWN, R. J. & WOOD, R. R., 1952. Improvement of processing quality of sugar beets by breeding methods. Proc. Am. Soc. Sug. Beet. Technol. 7. 314–318.
- BROWN, A. L., HILLS, F. J. & KRANTZ, B. A., 1968. Lime, P, K and Mn interactions in sugar beets and sweet corn. Agron. J. 60. 427–429.
- BRUHOVÁ, P., BUBNIK, Z. & KADLEC, P., 1995. Hodnocení technologické kvality cukrovky. Listy cukrov. 111. (5) 153–158.
- BUCHHOLZ, K. et al., 1995. Neubewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. Zuckerind. 120. 113–121.
- BURKE, J. I., RICE, B. & DODD, V. A., 1984. The effect of plant density, harvest date and varietal interaction on respiration rate and extractable sugar yield. Proc. 47th IIRB Wintercongress, Brüssel. 371–380.
- BUZÁS I., 1978a. A tápanyagellátás hatása a cukorrépa minőségére. Témadokumentáció. Agroinform. Budapest
- BUZÁS I., 1978b. Az öntözés és a műtrágyázás hatása a cukorrépa minőségére. Kandidátusi értekezés. Szarvas.
- BUZÁS I. & SERES I., 1975. A nitrogéntrágyázás és öntözés hatása a cukorrépára. Cukoripar. 28. 121–124.

- CHABBANES, J., 1971. Dynamique de l'absorption des éléments nutritifs de la betterave sucrière durant trois années consécutives et étude de l'influence de la densité de peuplement en 1968. Compte rendu des travaux effectués en 1971 par l'Institut Technique de la Betterave. 156–188.
- COVARELLI, G., 1969. Dosi crescenti di azoto e resa quantitativa e qualitativa della barbabietola da zucchero. Ind. Sacc. Ital. 62. 1–18.
- DEDEK, J., 1927. Der Ursprung und das Wesen der Melasse. Z. Ver. Deutsch. Zuckerind. 77. 495–561.
- DEMING, B. & GIMMLER, H., 1983. Properties of the isolated intact chloroplast at cytoplasmic K^+ concentrations. Plant Physiol. 73. 169–174.
- DEVILLERS, P., 1988. Prévision du sucre mélasse. Sucr. Fr. 129. 190–200.
- DEXTER, S. T., FRANKS, M. G. & NICHOL, G., 1966. The effect of low, medium and high nitrogen fertilizer rates on the storage of sugar beet roots at high and low temperatures. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 14. 147–159.
- DOMAN, D. & GEIGER, D. R., 1979. Effect of exogenously supplied foliar potassium on phloem loading in *Beta vulgaris* L. Plant Physiol. 64. 528–533.
- DOXTATOR, C. W. & CARLTON, F. R., 1950. Sodium and potassium content of sugar beet varieties in some Western beet growing areas. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 6. 144–151.
- DOXTATOR, C. W. et al., 1964. The performance of sugar beet selections made for purity and chloride at three levels of nitrogen fertility. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 13. 362–369.
- DRACHOVSKA, M. & SANDERA, K., 1955. MB-faktor k rozlisovani cukrovek, polocukrovek a krmnych rep. Listy cukrov. 71. 209.
- DRAYCOTT, A. P., 1972. Sugar-beet Nutrition. Applied Science Publishers Ltd. London.
- DRAYCOTT, A. P. & DURRANT, M. J., 1969. Effect of magnesium fertilizers on yield and chemical composition of sugar beet. J. Agric. Sci. 72. 319–324.
- DRAYCOTT, A. P. & FARLEY, R. F., 1971. Effect of sodium and magnesium fertilizers and irrigation on growth, composition and yield of sugar beet. J. Sci. Food Agric. 22. 559–562.
- DURRANT, M. J. & DRAYCOTT, A. P., 1971. Uptake of magnesium and other fertiliser elements by sugar beet grown on sandy soils. J. Agric. Sci. Camb. 77. 61–68.
- FARLEY, R. F. & DRAYCOTT, A. P., 1974. Growth and yield of sugar beet in relation to potassium and sodium supply. J. Sci. Food Agric. 26. 385–392.
- FINKNER, R. E. & BAUSERMAN, H. M., 1956. Breeding of sugar beets with reference to sodium, sucrose and raffinose content. J. Am. Soc. Sug. Beet Technol. 9. 170–177.
- GLATTKOWSKI, H. & MÄRLÄNDER, B., 1994. Zur Frage der Beeinflussbarkeit von Ertrag und Qualität beim Anbau von Zuckerrüben durch pflanzenbauliche Massnahmen. Teil 1. Zuckerind. 119. 570–574.
- GLATTKOWSKI, H. & MÄRLÄNDER, B., 1995. Zur Frage der Beeinflussbarkeit von Ertrag und Qualität beim Anbau von Zuckerrüben durch pflanzenbauliche Massnahmen. Teil 2. Zuckerind. 120. 668–674.
- GLATTKOWSKI, H. & THIELECKE, K., 1995. Neue Formel zur Bewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. Zuckerrübe. 44. 42–44.
- GRAF, A., 1972. Die Abhängigkeit der technologischen Beurteilungsmerkmale – Alkalität, Melassezucker und Saftreinheit – der Zuckerrübe von standortsgebundenen und modifizierbaren Produktionsfaktoren. Z. Zuckerind. 22. 320–324.
- HALE, J. B., WATSON, M. A. & HULL, R., 1946. Some causes of chlorosis and necrosis of sugar beet foliage. Ann. Appl. Biol. 33. 13–28.
- HEALD, W. R., MOODIE, C. D. & LEAMER, R. W., 1950. Leaching and pre-emergence irrigation for sugar beets on saline soils. Bull. Wash. Agric. Exp. Stn. No. 519.
- HERRON, G. M., GRIMES, D. W. & FINKNER, R. E., 1962. Effect of plant spacing and fertilizer on yield, purity, chemical constituents and evapotranspiration of sugar beets in Kansas. I. Yield of roots, purity, percent sucrose and evapotranspiration. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 12. 686–698.

- HERRON, G. M., GRIMES, D. W. & FINKNER, R. E., 1962. Effect of plant spacing and fertilizer on yield, purity, chemical constituents and evapotranspiration of sugar beets in Kansas. II. Chemical constituents. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.* 12. 699–714.
- HETZER T., 1969. A harmonikus és egyoldalú káliumellátás hatása különböző konduktometrikus hamutartalmú cukorrépaajták termés- és technológiai tulajdonságaira. *Mg. Növényterm. és Növényterm. Kut. Int. Közl.* 5. 167–188.
- HILLS, F. J. & ULRICH, A., 1976. Plant analysis as a guide for mineral nutrition of sugar beets. Soil and plant tissue testing in California. Univ. of California Bull. No. 1879. 18–21.
- HUIJBREGTS, A. W. M. et al., 1996. Effect of agronomic factors on parameters used in formulas to estimate extractable sugar in sugar beets. *Proc. 59th IIRB Congress. Brussel.* 353–368.
- ILJASHUK, E. M. & OKANENKO, A. S., 1970. Effect of potassium on translocation of photosynthetically assimilated $^{14}\text{CO}_2$ in sugar beets. *Sov. Plant Physiol.* 17. 361–366.
- IZSÁKI Z., 1988. Összefüggés a cukorrépa tápláltsági állapota, a termés mennyisége és minősége között növényanalízis alapján. Kandidátusi értekezés. Szarvas.
- JOURDAN, O., BOURRIÉ, B. & ETOURNEAUD, F., 1992. Elaboration of curves of absorption of mineral elements. La betterave. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche at Aspach-le-Bas. France
- JUDEL, G. K. & KÜHN, H., 1975. Über den Einfluss einer Natriumdüngung zu Zuckerrüben bei schlechter und bei guter Versorgung mit Kalium. *Kali-Briefe.* 3. 1–9.
- KACHANI, A., 1970. Berechnung von Zuckerrüben auf einem bindigen Boden bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung unter besonderer Berücksichtigung der Qualitätsentwicklung im Vegetationsablauf. Dissertation. Universität Hohenheim.
- KANWAR, J. S., 1969. Sugar beet for saline and alkali soils in Northern India. *Indian Fmg.* 19. 5–6.
- KÁDÁRI, 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest
- KÁDÁRI I. & KISS E., 1986. Hogyan műtrágyázzuk a cukorrépát? In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 197–202.
- KÄSTNER, B., BAYHMANN, L. & PRIEMER, A., 1991. Zum Verlauf des Wachstums der Zuckerrübe in der Magdeburger Börde. *Zuckerrübe.* 40. 347–350.
- KRIEGER Ö., 1977. A melaszcukor előjelzéséről. *Cukoripar.* 30. (2) 54–60.
- KULCSÁR L., 2000. A cukorrépa Na-felvételének vizsgálata különböző termőhelyeken. *Agrokémia és Talajtan.* 49. 221–230.
- KULCSÁR L., POTYONDI L. & KIMMEL J., 1998. A cukorrépa minősége. III. A termesztéstechnológia egyes elemeinek hatása a cukorrépa minőségére. *Cukorrépa.* 16. (2) 19–21.
- LOCH J. et al., 1993. Kálium, terméshozsáltság és jó minőség. IPI-Research Topics No. 15.
- LOPATNIK, J. & RUCKA, M., 1968. Vplyv zavlah na koncentraciu a dynamiku prijimania zivin u cukrovej repy. *Rostlinná Vyroba.* 14. 17–28.
- LOUÉ, A., 1983. Le potassium et la betterave sucrière. *K₂O Dossier.* 23. 1–48.
- LÜDECKE, H. & NITZSCHE, M., 1957. Über Nährstoffaufnahme, Nährstoffentzug und Nährstoffverhältnis unter Berücksichtigung der Zuckerbildung und des Reifezustandes bei verschiedenen Zuchttrichtungen der Zuckerrübe. *Zucker.* 10. 369–374., 383–391.
- MAKAROV, R. F. & FEDOROV, V. A., 1981. O vünosze pitatelnüh besesztv kulturami szevoborota na tipicsnom mosesnom csernozeme. *Agrohimija.* 4. 37–41.
- MALEK, F. & BAKER, D. A., 1977. Proton co-transport of sugars in phloem loading. *Planta.* 135. 297–299.
- MÄRLÄNDER, B., 1990. Influence of nitrogen supply on yield and quality of sugar beet. *Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde.* 153. 327–332.
- MCCREADY, R. M. et al., 1966. Sugar beet and purified juice quality in relation to non-sugar constituents. *Journ. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.* 14. 91–96.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A., 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern.

- MIKLOVIC, D. & KOVACOVA, M., 1993. Obsah hlavných zŕvin v susine korena a listu cukrovej repy v prvom roku vegetácie. Rostlinná Vyroba. **39**. 245–251.
- MILFORD, G. F. J., CORMACK, W. F. & DURRANT, M. J., 1977. Effects of sodium chloride on water status and growth of sugar beet. Journal of Experimental Botany. **28**. 1380–1388.
- NOE, B. & MANTOVANI, G., 1996. Resultats de l'enquete sur la qualite interne de la betterave sucriere. Proc. 59th IIRB Congress, Brussel. 329–342.
- OLTMANN, W., BURBA, M. & BOLZ, G., 1984. Die Qualität der Zuckerrübe. Bedeutung, Beurteilungskriterien und züchterische Massnahmen zu ihrer Verbesserung. Fortschritte der Pflanzenzüchtung. H.12. Verlag Paul Parey. Berlin–Hamburg.
- ORLOVIUS, K., 1989. Einfluss unterschiedlicher Kalium-Versorgung auf den Ertrag und die Qualität von Zuckerrüben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. **2**. 33–36.
- ORLOVIUS, K., 1990. Optimierung der K-Versorgung von Zuckerrüben unter Einschluss der Rübenqualität. VDLUFA Schriftenreihe. **32**. 599–604.
- ORLOVIUS, K., 1993. Einfluss unterschiedlicher K-Düngung und K-Bodenversorgung auf die Qualität von Zuckerrüben. VDLUFA Schriftenreihe. **37**. 107–110.
- PEOPLES, T. R. & KOCH, D. W., 1979. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. Plant Physiol. **63**. 878–881.
- POLLACH, G., HEIN, W. & RÖSNER, G., 1996. Definition der inneren Qualität von Zuckerrüben. Zuckerindustrie. **121**. 332–344.
- POPOVIC, V., 1978. Vliv povetnosti na odber zŕvin a na tvorbu vynosu cukrovky. Rostlinná Vyroba. **24**. 179–184.
- PRESSMAN, B. C., 1976. Biological applications of ionophores. Ann. Rev. Biochem. **45**. 501–530.
- REINEFELD, E. et al., 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. Zucker. **27**. 2–15.
- RUZSÁNYI L., 1981. A műtrágyázás és az öntözés hatása a cukorrépa temésére és a gyökér beltartalmi értékére. Növénytermelés. **30**. 363–370.
- RUZSÁNYI L. & LESZNYÁK M-NÉ, 1998. A termesztési tényezők hatása a cukorrépa minőségére. Cukoripar. **51**. (2) 56–71.
- SAFTNER, R. A. & WYSE, R. E., 1980. Alkali cation/sucrose cotransport in the root sink of the sugar beet. Plant Physiol. **66**. 884–889.
- SCHWECK, H. & BURBA, M., 1993. Abschätzung von Alkalitätsreserven von Zuckerrüben aus der Ionenbilanz von Dicksäften. Zuckerind. **118**. 241–246.
- SCHMEHL, W. R., FINKNER, R. & SWINK, J., 1962. Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of sugar beets. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. **12**. 538–544.
- SZALAI I., 1994. A növények élete. JATE Press. Szeged
- ULRICH, A. & HILLS, F. J., 1952. Petiole sampling of sugar beet leaves in relation to their nitrogen, phosphorus, potassium and sodium status. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. **7**. 32–45.
- VAN GELIN, N. J., GILJAM, L. C. & DE NIE, L. H., 1983. α -amino-nitrogen in sugar processing. Nitrogen and Sugar Beet. IIRB-Symposium, Brüssel. 13–25.
- VIGH A., 1982. A cukorrépa ipari feldolgozása. Mezőgazd. Kiadó. Budapest
- VUKOV, K., 1977. Physics and Chemistry of Sugar-Beet in Sugar Manufacture. Akadémiai Kiadó. Budapest
- VUKOV K. & BÁRÁNY L-NÉ, 1963. A cukorrépából kinyerhető fehércukor és melasz-cukor megállapítása. Cukoripar. **16**. (8) 217–219.
- VUKOV K. & HANGYÁL K., 1983. Cukorrépa-termesztőknek a fehércukor-hozamról. Mezőgazd. Kiadó. Budapest
- VUKOV K. & MAGYAR K-NÉ, 1952. Mire következtethetünk a cukorrépa elemzési adataiból? Cukoripar. **5**. 159–165.
- WELLER, F. & HÖFNER, W., 1974. Photosynthetic O₂ production of Chlorella pyrenoidosa in relation to potassium nutrition. Kali-Briefe (Hannover) Fachgeb. **2**. 4.

- WIENINGER, L. & KUBADINOW, N., 1971. Beziehung zwischen Rübenanalysen und technologischer Bewertung von Zuckerrüben. *Assem. Comm. Int. Techn. Sucr.* **14**, 523–538.
- WIKLUND, O., 1943. Das Verhältnis von Zucker, Schädlichem Stickstoff, Asche und Alkalisalzen in einigen schwedischen Melassen. *Centralbl. p. d. Zuckerind.* **51**, 21.

Érkezett: 1999. június 9.

KULCSÁR LÁSZLÓ
BETA Kutató és Fejlesztő Kft.,
Sopronhorpács